



# Plataforma de Recursos Educacionais Abertos: Uma Arquitetura de Referência com Elementos de Gamificação

Armando M. Toda – ICMC/USP – [armando.toda@usp.br](mailto:armando.toda@usp.br)

Pedro Henrique Dias Valle – ICMC/USP – [pedrohdvalle@icmc.usp.br](mailto:pedrohdvalle@icmc.usp.br)

Milena Guessi – ICMC/USP – [milena.guessi@icmc.usp.br](mailto:milena.guessi@icmc.usp.br)

Rafaela Vilela da Rocha – ICMC/USP – [rafaela.vilela@gmail.com](mailto:rafaela.vilela@gmail.com)

José Carlos Maldonado – ICMC/USP – [jcmaldon@icmc.usp.br](mailto:jcmaldon@icmc.usp.br)

Seiji Isotani – ICMC/USP – [sisotani@icmc.usp.br](mailto:sisotani@icmc.usp.br)

**Abstract.** *There are few Open Educational Resources (OER) Platforms systems that aid in the distribution of those resources based on the 4R actions (Review, Remix, Reuse, Redistribute). Yet, current systems aren't able to engage and motivate the reuse and sharing of the resources within it by students and education professionals. Based on this premise, this work focuses on proposing a Reference Architecture (RA) with gamification elements to develop an OER Platform. We believe that through the insertion of these elements we may increase the use and sharing of OERs, by engaging and motivating the user. The RA was build using a Client-Server model, and evaluated by experts of the gamification domain, using a checklist. The results indicate that the RA received a positive feedback by the domain experts with indications of items to be addressed in its evolution in future work.*

**Keywords:** *Gamification, OER, Management System, Software Architecture, Evaluation*

**Resumo.** *Plataformas de Recursos Educacionais Abertos (REAs) são sistemas que centralizam e auxiliam na distribuição destes materiais, com base nos 4Rs (Revisão, Remixagem, Reúso e Redistribuição). Entretanto, faltam mecanismos nos sistemas atuais para motivar e engajar discentes e docentes no reúso e redistribuição desses materiais. Este trabalho apresenta uma Arquitetura de Referência (AR) com elementos de gamificação para o estabelecimento de plataformas que incentivem os usuários a interagirem com o sistema. A AR foi construída sobre um modelo de Cliente-Servidor e foi avaliada por especialistas do domínio da gamificação, por meio de um checklist. Os resultados demonstram que a AR foi bem aceita pelos especialistas de domínio para os requisitos de Interoperabilidade e Segurança, contendo alguns itens que necessitam ser abordados na evolução da AR, como disponibilidade e performance.*

**Palavras-chave:** *Gamificação, REA, Sistemas de Gerenciamento, Arquitetura de Software, Avaliação*

## 1. Introdução

Recursos Educacionais Abertos (REAs) podem ser definidos como materiais de apoio a aprendizagem, ensino e pesquisa que estão sob uma licença aberta (Unesco, 2010).

Esses REAs possibilitam novas formas de aquisição, disseminação e produção de conhecimento, o que pode proporcionar oportunidades à inovação em diversos níveis de ensino (Arimoto et al. 2014; UNESCO 2010).

Plataformas de REAs têm por objetivo centralizar e distribuir esses materiais abertos, com base nas quatro liberdades de ações, nomeadas de 4Rs: *Review* (Revisar), *Remix* (Juntar), *Reuse* (Reusar) e *Redistribute* (Redistribuir). Entretanto, há desafios a serem superados, por instituições, docentes e discentes, no que tange ao uso e construção desses REAs, como exemplos: conciliar a construção com as demais tarefas desempenhadas pelo docente, obter reconhecimento profissional, incentivar e engajar os discentes a interagirem com estes materiais, e compreender as licenças abertas (Gimenes et al. 2012).

Uma arquitetura é uma abstração do sistema de *software* que engloba os principais elementos de um sistema, os relacionamentos que existem entre esses elementos e as diretrizes para guiar a evolução do sistema (ISO 42010). Arquiteturas de *software* podem ser utilizadas para facilitar a comunicação entre os diferentes interessados (do inglês, *stakeholders*) de um sistema bem como documentar as principais decisões do projeto arquitetural e fornecer as primeiras evidências sobre a qualidade dos sistemas de *software* que serão construídos. Nesse cenário, as arquiteturas de *software* são frequentemente relacionadas a importantes qualidades dos sistemas de *software*, como manutenibilidade e interoperabilidade (Bass et al. 2012). Em particular, arquiteturas de referência têm sido propostas visando reunir e disseminar conhecimentos arquiteturais que possam ser aplicados em sistemas de um determinado domínio de aplicação. Para isso, elas podem descrever padrões arquiteturais, melhores práticas (por exemplo, padrões, restrições e legislações) e elementos de *software* que devem ser adotados no desenvolvimento desses sistemas (Nakagawa et al. 2011).

Dessa forma, este trabalho visa a desenvolver e avaliar uma arquitetura de referência para Plataformas de REAs que inclui elementos de gamificação para incentivar e engajar os discentes e docentes a reusarem e redistribuírem REAs. A gamificação inclui níveis, desafios, pontos, placares e afins, que atuam de forma independente, gerando diversas estratégias para motivar o usuário. A seção 2 introduz a área de gamificação e os principais conceitos relacionados a arquiteturas de *software* e arquiteturas de referência. A Seção 3 discute os principais trabalhos relacionados. A Seção 4 detalha a arquitetura de referência e a Seção 5 apresenta os resultados de sua avaliação por especialistas. Por fim, a Seção 6 sumariza as contribuições deste artigo e discute oportunidades de trabalhos futuros.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 Gamificação

A gamificação pode ser definida como o uso de elementos de jogos fora do seu contexto original (Deterding et al. 2011), com o intuito de melhorar o engajamento, motivação e a experiência do indivíduo, assim como aprimorar processos de ensino, treinamento e mudança de comportamento (Huotari e Hamari 2012; Kapp 2012; Seaborn e Fels 2014; Zichermann e Cunningham 2011). Quando utilizada em processos de ensino, a gamificação pode alcançar diversos resultados positivos observados em uma melhora na aprendizagem, motivação e engajamento dos envolvidos (Borges et al., 2013; Dicheva

et al., 2015). Um exemplo disso é o estudo realizado por Toda et al (2016), onde foi desenvolvido e aplicado um processo gamificado em aulas de bioquímica, alcançando resultados, relacionados a motivação dos estudantes, satisfatórios (Toda et al., 2016).

A motivação gerada pela gamificação pode ser corroborada por diversas teorias motivacionais, dentre elas a Teoria da Autodeterminação, proposta por Deci e Ryan (1985). Nessa teoria, os autores explanam que a motivação humana é sustentada por três pilares: Autonomia, Competência e Relacionamento. A Autonomia é caracterizada pelo controle que o indivíduo tem sobre suas ações, enquanto que a Competência caracteriza as habilidades do indivíduo para desempenhar a ação. Por fim, o Relacionamento é caracterizado pelo propósito gerado ao criar um elo com outros indivíduos.

Todas estas características estão presentes em jogos digitais (*games*), uma vez que o usuário possui controle sobre as ações desempenhadas (Autonomia), adquirindo habilidades à medida que progride no universo do jogo (Competência), e criando laços com os personagens e/ou outros jogadores ou outros tipos de representações virtuais.

## 2.2 Arquitetura de *Software*

Uma arquitetura de *software* compreende os conceitos ou propriedades fundamentais de um sistema em seu ambiente (contexto e/ou circunstâncias que influenciam um sistema como, por exemplo, economia, ecologia, tecnologia) incorporados em seus elementos, nos relacionamentos que existem entre seus elementos e nos princípios que guiam seu projeto e evolução (ISO 42010). Dessa forma, uma arquitetura de *software* pode abstrair o comportamento de sistemas de *software* (omitir detalhes da implementação) para descrever os relacionamentos e as conexões que existem entre os elementos (Clements et al., 2002).

Como um tipo genérico de arquitetura de *software*, arquiteturas de referência podem guiar o desenvolvimento de arquiteturas concretas para um determinado domínio (Cloutier et al. 2010). O objetivo de uma arquitetura de referência é auxiliar o entendimento de um determinado domínio por meio de um vocabulário comum, facilitando a compreensão das partes que o compõem e do relacionamento entre essas partes. A partir de uma arquitetura de referência, diferentes instâncias arquiteturais podem ser obtidas de acordo com os interessados e metas de cada organização (Cloutier et al. 2010).

## 3. Trabalhos Relacionados

Gimenes et al. (2012) apresentam uma Arquitetura de Referência para plataformas de REAs, na qual cada pacote representa um módulo contendo um conjunto de funcionalidades baseadas em plataformas de REAs existentes. De acordo com Gimenes et al. (2012), o pacote de Interface e Visualização inclui as interfaces e funcionalidades básicas dessas plataformas, como registros de usuários e o acesso ao conteúdo. O Gerenciamento de Dados apresenta os metadados associados ao REA. O Gerenciamento de Materiais está associado às funções dos 4Rs, gerenciadas pela plataforma. O Controle de Qualidade administra funções relacionadas à qualidade dos REAs inseridos na plataforma, disponibilizando métricas para isso. Por fim, o Gerenciamento de Licenças agrega as licenças que podem ser atribuídas aos materiais.

Damjanovic et al. (2014) propõem uma arquitetura para uma plataforma governamental de REAs, com dados abertos e interligados (*Open e Linked Data*). Os autores representaram o sistema por meio de uma arquitetura de alto nível. Os dois trabalhos apresentam Arquiteturas de Referência para construção de plataformas de REAs, porém em ambos não foram considerados elementos de gamificação ou outras estratégias para engajar e motivar o usuário no uso dessas plataformas.

#### 4. Metodologia de Pesquisa

Para construir a Arquitetura de Referência foi realizado o levantamento de requisitos a partir da análise do trabalho de Gimenes et al. (2012), extraíndo os principais Requisitos Funcionais (RF) e Não-Funcionais (RNF) comuns a plataformas de REAs. No total foram coletados 15 requisitos explícitos (isto é, expostos de forma clara no trabalho analisado) e 8 implícitos (que não foram explicitados no trabalho, mas podem ser discutidos a partir de inferência). A partir destes foi gerado um documento com 31 requisitos (24 RF e 7 RNF) que serão abrangidos pelo sistema. Os elementos de gamificação (7) foram incluídos nos RFs. Alguns dos RF e RNF podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1: Exemplos de Requisitos Funcionais e Não-Funcionais**

Requisitos Funcionais	Requisitos Não-Funcionais
O sistema deve permitir o armazenamento de materiais educacionais abertos por tempo indeterminado.	O sistema deve permitir o armazenamento de diferentes tipos de arquivos como materiais educacionais abertos (ex. imagens, vídeos, apresentações, áudio). Os principais formatos são JPEG, PNG, SVG, PDF, PPT.
O sistema deve permitir a recuperação de materiais educacionais abertos com base em nome, palavras-chave, tipo de arquivo, data de criação, data de atualização, autor e/ou área do conhecimento.	O sistema deve assegurar diferentes níveis de acesso, como administrador, professor e estudante.
<...>	<...>

Em seguida foi utilizado um modelo, proposto por Hilliard (2014), para apoiar o processo da descrição arquitetural. Este documento segue as recomendações da ISO/IEC/IEEE 42010:2011 para elaborar uma descrição arquitetural que identifique os *stakeholders* e seus interesses, pontos de vista (do inglês, *viewpoints*) e visões arquiteturais correspondentes.

A avaliação da AR gerada foi realizada com 23 perguntas do *checklist* para avaliação de arquiteturas de referência (do inglês, *Framework for Evaluation of Reference Architectures*, FERA) (Santos et al. 2013). Esse questionário, com 115 perguntas, visa a avaliar a AR pelo ponto de vista dos envolvidos na criação e desenvolvimento do sistema, como *stakeholders*, arquitetos, desenvolvedores e especialistas do domínio.

#### 5. Arquitetura de Referência para Plataformas de Recursos Educacionais Abertos

Para estabelecer uma arquitetura de referência, foram identificados a partir dos trabalhos relacionados os requisitos arquiteturais da plataforma gamificada. Em seguida, foram

identificados possíveis *stakeholders*, sendo eles Estudantes, Professores e Instituições. Os Estudantes, também considerados usuários *Default*, podem visualizar e redistribuir os REAs. Já os Professores podem armazenar os REAs no sistema, reusá-los e redistribuí-los. Por fim, a Instituição cadastra os professores e tem acesso as informações dos REAs armazenados por eles.

A partir dessas informações, foram selecionados os pontos de vista que capturam os interesses dos interessados e criadas as visões arquiteturais correspondentes. A Figura 3 ilustra uma visão geral da arquitetura de referência proposta. Em especial, esse projeto permite a adaptação dessa arquitetura com novas funcionalidades.

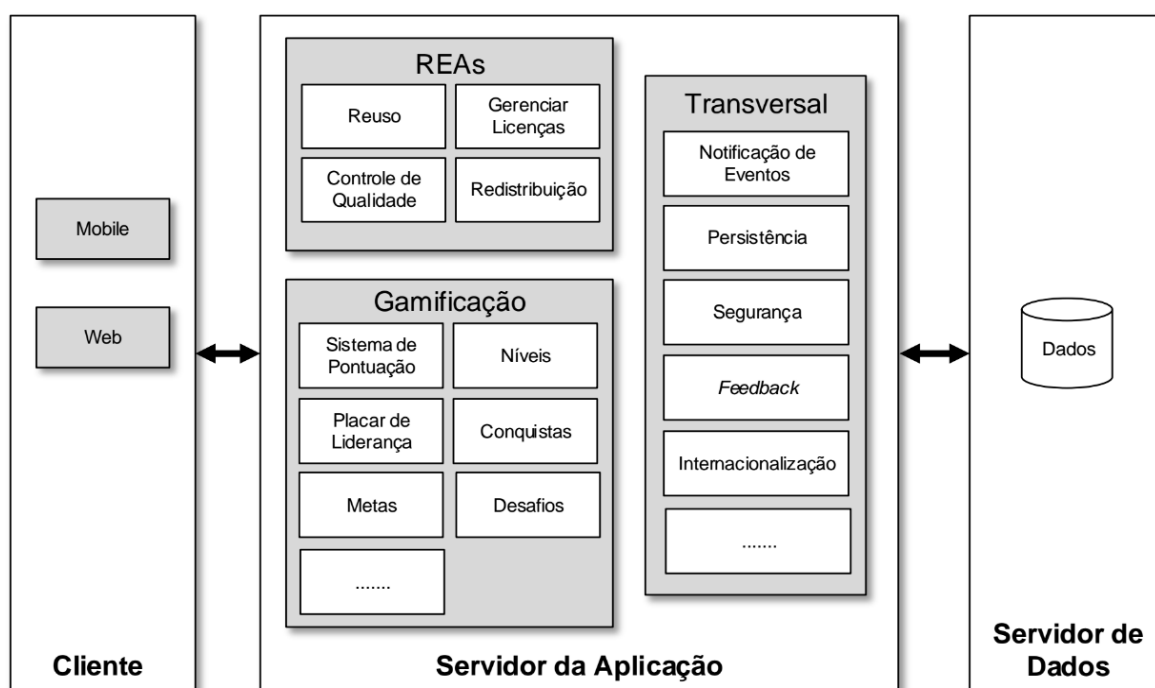


Figura 1: Arquitetura de Referência do sistema

Os elementos de gamificação foram selecionados a partir de uma revisão bibliográfica, a fim de identificar as mecânicas mais utilizadas em plataformas virtuais de ensino, e incluídos na documentação do sistema como Requisitos Funcionais. A partir da arquitetura proposta, é possível a inserção de novas estratégias de gamificação, sem a necessidade de alterar o sistema como um todo, uma vez que a maioria dos sistemas gamificados existentes possuem elementos muito interligados, sem muita possibilidade de evolução.

O Sistema de Pontuação consiste na cessão de *tokens*, pelas ações desenvolvidas pelos usuários. Os Níveis agregam duas estratégias sendo (a) o nível pessoal do usuário, ganho por meio do acúmulo de *tokens*, ou (b) missões disponibilizadas pelo sistema, que fazem parte de um universo maior, como uma Meta. O Placar de Liderança considera a criação de um ambiente competitivo, onde os usuários podem comparar Pontos / Níveis ou quaisquer outros elementos gamificados inseridos. As Conquistas consistem na cessão de emblemas (representações gráficas) por um evento desempenhado pelo usuário, podendo ser um evento repetitivo (Exemplo: acessar 50 REAs) ou único (Exemplo: visualizar um REA por mais de 40 minutos). As Metas

consistem em objetivos globais a serem alcançados, podendo ser associadas as demais estratégias. Elas diferem dos Níveis, uma vez que englobam uma visão geral, enquanto que o nível pode ser uma parte desse objetivo. Por fim, os Desafios consistem de problemas realizados pelo usuário, como a avaliação da aprendizagem, realizada após a interação com os REAs armazenados.

É válido ressaltar que estes elementos foram organizados de modo independente, no qual um não necessita exclusivamente de outro para funcionar, ao contrário da maioria das aplicações gamificadas que utilizam uma abordagem *Point-Badge-Level/Leaderboard (PBL Approach)*. Esses também podem ser combinados, a fim de explorar diversas dinâmicas, como um Placar de Metas concluídas (Placar de Liderança e Metas), ou uma Conquista baseada na resolução de Desafios (realização de um número pré-definido de avaliações). Deste modo, acredita-se que é possível explorar os elementos de gamificação de forma isolada, a fim de identificar as melhores estratégias gamificadas para motivar os usuários quanto ao objetivo principal do sistema.

Em relação aos REAs, a plataforma foca em motivar e engajar o usuário quanto ao Reuso e à Redistribuição, partindo do pressuposto que eles já foram criados, editados e/ou associados. Já as funcionalidades Transversais traduzem as funcionalidades e propriedades comuns ao sistema geral. A arquitetura também foi elaborada considerando que essas funcionalidades podem evoluir com o tempo, durante a execução do sistema.

## 6. Avaliação, Resultados e Discussões

A avaliação desta arquitetura foi realizada por meio de entrevistas estruturadas com 2 especialistas, graduados em Ciência da Computação, que já pesquisaram sobre gamificação. Os especialistas também foram considerados *stakeholders*, pois eles têm interesse no sistema. Inicialmente, foram apresentadas as visões e *viewpoints* desenvolvidos e ao final foram realizadas as 23 perguntas do *checklist* FERA, descritas na Tabela 2, com opções de resposta “sim”, “não” e “parcialmente”, com a possibilidade de comentários. Estas perguntas avaliam a construção e o conteúdo dos documentos gerados, bem como se a arquitetura está preparada para o *release*. As respostas foram anotadas e compiladas na Tabela 3.

**Tabela 2: Checklist FERA para especialistas do domínio (adotado de Santos et al. 2013)**

ID	Tópico	Pergunta
P1	Construção e Conteúdo	O atributo Disponibilidade foi considerado?
P2	Construção e Conteúdo	O atributo Interoperabilidade foi considerado?
P3	Construção e Conteúdo	O atributo Manutenibilidade foi considerado?
P4	Construção e Conteúdo	O atributo <i>Performance</i> foi considerado?
P5	Construção e Conteúdo	O atributo Segurança foi considerado?
P6	Construção e Conteúdo	O atributo Confiança foi considerado?
P7	Construção e Conteúdo	O atributo Escalabilidade foi considerado?
P8	Construção e Conteúdo	O atributo Proteção foi considerado?



	Conteúdo	
P9	Construção e Conteúdo	O atributo Usabilidade foi considerado?
P10	Construção e Conteúdo	A Arquitetura de Referência especifica os mecanismos de variabilidade?
P11	Discussão	A Arquitetura de Referência explana claramente quem são os <i>stakeholders</i> e seus interesses?
P12	Discussão	A Arquitetura de Referência explana claramente os <i>stakeholders</i> em potencial de uma arquitetura instanciada?
P13	Discussão	Os <i>viewpoints</i> gerados abordam os interesses de todos os <i>stakeholders</i> ?
P14	Discussão	Os <i>viewpoints</i> gerados abordam os interesses de <i>stakeholders</i> em potencial de uma arquitetura instanciada?
P15	Discussão	A Arquitetura de Referência está consistente com as práticas do domínio e os padrões mandatórios?
P16	Discussão	Os <i>viewpoints</i> incluem interesses que não são específicos de domínio, de interesses de <i>stakeholders</i> ?
P17	Discussão	Para cada viewpoint, os modelos estão claramente definidos? Os modelos provêm informação para determinar se os interesses foram alcançados?
P18	Discussão	Os objetivos do domínio estão claramente articulados e priorizados?
P19	Discussão	Há alguma forma de rastreabilidade entre os objetivos do domínio e os requisitos levantados?
P20	Discussão	Há alguma forma de rastreabilidade entre os objetivos do domínio e soluções técnicas?
P21	Discussão	Que critérios são usados para determinar se a Arquitetura de Referência suporta os objetivos do domínio?
P22	Discussão	É possível visualizar as instâncias da Arquitetura de Referência?
P23	Discussão	Os riscos de introduzir esta Arquitetura de Referência estão claramente documentados?

Tabela 3: Respostas das perguntas

Resultados	Construção e Conteúdo	Discussão da AR		Total Itens
		<i>Stakeholders</i>	Especialistas do Domínio	
Ambos Sim	P2, P5	P11, P12, P15, P16, P17	P18	7
Ambos Parcial	P6			
Sim e Parcial	P3, P7, P9	P13	P19, P22	
Ambos Não	P1, P4		P23	8
Não e outra resp.	P10 (S, N)	P14 (P, N)	P20 (S, N)	
NR ou *	P8		P21	

Legenda: S - Sim, N - Não, P - Parcialmente, NR: Não Respondida, \*: Resposta comentada

Sobre a construção e conteúdo (Tabela 3), os especialistas do domínio não visualizaram na AR os atributos de Disponibilidade e *Performance*, no entanto consideraram os atributos Interoperabilidade e Segurança. Os especialistas também consideraram parcialmente o atributo de Confiança. Um dos entrevistados não conseguiu visualizar ou entender o conceito de Proteção, não respondendo à pergunta P8, e o mesmo não conseguiu visualizar os mecanismos de variabilidade. Houve uma opinião dividida no que tange os atributos de Manutenibilidade, Escalabilidade e Usabilidade.

A partir das respostas da discussão da AR (Tabela 3), pode-se perceber que as *viewpoints* e modelos para representar a Arquitetura de Referência foram bem aceitas.

Além disso, Arquitetura de Referência tem clareza quanto aos objetivos do domínio, havendo uma divergência quanto a rastreabilidade entre estes objetivos e soluções técnicas. Um dos especialistas também teve dificuldade em visualizar a rastreabilidade entre os objetivos do domínio e os requisitos que foram levantados.

Em relação as respostas “parciais” e “\*” dos entrevistados, ambos explanaram que sentiram uma carência quanto uma descrição mais aprofundada dos documentos gerados e que a geração de modelos em forma de *wireframes* poderiam ser viáveis para expor alguns atributos de qualidade (como a Usabilidade). Por fim, os especialistas também comentaram a favor dos elementos de gamificação e da possibilidade de múltiplas estratégias, porém, gostariam de uma descrição maior quanto as possibilidades de ligação entre os elementos.

Usando a estatística de Cohen (1968), pode-se inferir o nível de concordância entre os especialistas independentes que foram consultados. Assim, desconsiderando as questões que não foram respondidas P8 e P21, foi calculado o coeficiente de concordância como sendo 0.533, que, segundo a interpretação proposta (Landis e Koch 1977) (Tabela 4), indica que há acordo moderado entre os dois especialistas. A partir desse resultado, as questões respondidas como “*não*” (como por exemplo, P1, P4 e P23) e as que não houve acordo entre os pesquisadores (como P10 e P14) devem ser tratadas em um refinamento da AR. Para aumentar esse coeficiente, também será adicionado um material auxiliar que deverá contribuir para um melhor entendimento da AR.

**Tabela 4: Interpretação estatística sugerida por (Landis and Koch 1977)**

Valor	<0	0-0.20	0.21-0.40	0.41-0.60	0.61-0.80	0.81-1.00
Força	Fraco	Leve	Razoável	Moderado	Substancial	Quase perfeito

Comparando a arquitetura proposta com os trabalhos correlatos, pode-se observar que uma das contribuições (além da inserção dos elementos de gamificação que possibilitam a formação de diversas estratégias por meio da junção destes) é a avaliação parcial da arquitetura de referência por parte dos especialistas, o que não foi constatado nos demais trabalhos. Entretanto, apesar do nível de concordância moderado, a avaliação realizada também é uma limitação do trabalho devido ao número de entrevistados. Além disso, um dos entrevistados comentou durante a entrevista que algumas perguntas receberam uma avaliação parcial por não ter entendido a terminologia utilizada pela UML.

## 7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou o desenvolvimento e avaliação de uma Arquitetura de Referência com elementos de Gamificação para o desenvolvimento de Plataformas para Recursos Educacionais Abertos. De modo que novas estratégias de gamificação e novas funcionalidades podem ser adicionadas.

A partir das avaliações realizadas pela interpretação de Landis e Koch (1977), pode-se concluir que a AR foi bem aceita para os requisitos de interoperabilidade, segurança, no entanto precisa de refinamentos quanto a sua *performance* e



disponibilidade, além de abordar de forma mais representativa a escalabilidade, usabilidade e manutenibilidade. Acredita-se que a partir desses sistemas, seja possível incentivar os usuários a interagirem com as plataformas que forem geradas a partir da arquitetura de referência, ou seja, reusar e redistribuir REAs por meio de elementos de gamificação, sendo que as revisões e mixagens (referente aos 4Rs) dos conteúdos devem ser feitas com outras ferramentas, que podem ser incluídas na plataforma como trabalhos futuros, dada a forma como foi construída a arquitetura.

Dentre as limitações deste trabalho, está a ausência de algumas informações no documento da AR, conforme citado pelos entrevistados. Assim, como trabalho futuro, será disponibilizado o relatório técnico final descrevendo as *viewpoints*, *views*, consistência e correspondência da arquitetura proposta. Também será criada uma plataforma de REA a partir do uso da arquitetura proposta, bem como a disponibilização e avaliação desta para os usuários finais (docentes, alunos e instituições).

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq, CAPES e FAPESP (Processo 2016/02765-2), pelo apoio financeiro disponibilizado para realização desta pesquisa.

## Referências

- Arimoto, M. M., Barroca, L., & Barbosa, E. F. (2014). Recursos Educacionais Abertos: Aspectos de desenvolvimento no cenário brasileiro. *RENOTE*. Vol: 12 n.2. p. 1-10.
- Bass, L.; Clements, P.; Kazman, R. (2012). *Software architecture in practice*. SEI Series in Software Engineering, 3 ed. Addison-Wesley.
- Clements, P.; Kazman, R.; Klein, M. (2002). *Evaluating software architectures: Methods and case studies*. The SEI Series in Software Engineering. Boston, MA: Addison-Wesley.
- Cloutier, R.; Muller, G.; Verma, D.; Nilchiani, R.; Hole, E. & Bone, M. (2010). The Concept of Reference Architectures Systems Engineering, 13, 14-27
- Cohen, J. (1968). Weighted kappa: Nominal scale agreement provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological Bulletin*, v. 70, n. 4, p. 213–220.
- Borges, S. S., Durelli, V. H. S., Reis, H. M. and Isotani, S. (22 nov 2013). Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática Educativa*, p. 234–243.
- Damjanovic, V., Glachs, D., Tcholtchev, N., Ras, E., & Tobias, E. (2014). EAGLE – Open Data and Linked Data Architecture of an Enhanced Government Learning Platform\*. In *Open Learning and Teaching in Educational Communities* (pp. 558–559).
- Deci, E. L. and Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Boston, MA: Springer US.
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K. and Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. *Proceedings of the 2011 annual*

*conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11*, p. 2425.

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. and Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology and Society*, v. 18, n. 3, p. 75–88.

Gimenes, I. M.S., Barroca, L., Feltrin, V. D., Tendências na Educação a Distância e Educação Aberta em Computação In: XXXI Jornadas de Atualização em Informática. 1 ed. Porto Alegre : SBC, 2012, v.1, p. 5-45.

Hilliard, R. (2014). Architecture description template for use with ISO/IEC/IEEE 42010:2011. Technical Report. “Bare Bones” Edition. Disponível em < <http://www.iso-architecture.org/42010/templates/> >

Huotari, K. and Hamari, J. (2012). Defining gamification: a service marketing perspective. *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference*, p. 17–22.

ISO/IEC/IEEE 42010:2011. (2011). Systems and software engineering - Architecture description. Disponível em < [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=50508](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=50508) >

Kapp, K. M. (2012) *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Cidade. San Francisco: Pfeiffer.

Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, p. 159–174.

Nakagawa, E. Y.; Oquendo, F. & Becker, M. (2012). RAModel: A Reference Model for Reference Architectures. Proc. of the Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture at European Conference on Software Architecture (WICSA/ECSA' 2012),, 297-301.

Santos, J. F. M., Guessi, M., Galster, M., Feitosa, D. and Nakagawa, E. Y. (2013). A checklist for evaluation of reference architectures of embedded systems. *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE*, v. 2013-Janua, n. January, p. 451–454.

Seaborn, K. and Fels, D. I. (2014). Gamification in Theory and Action: A Survey. *Internatoinal Journal of Human-Computer Studies*, v. 74, p. 14–31.

Toda, A., Rafael, Y., Cruz, W., Xavier, L., & Isotani, S. (2016). Um processo de Gamificação para o ensino superior: Experiências em um módulo de Bioquímica. In *Anais do Workshop de Informática na Escola* (Vol. 22, p. 495). <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2016.495>

UNESCO (2010). Guidelines for Open Educational Resources (OER) in Higher Education. Higher Education. p. 27.

Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media; 1 edition.